昆 虫 学 报 *Acta Entomologica Sinica*, November 2009, 52(11): 1229 - 1235 ISSN 0454-6296

甜菜夜蛾对不同寄主植物的产卵和取食选择

张 娜, 郭建英*, 万方浩, 吴 刚
(中国农业科学院植物保护研究所, 植物病虫害生物学国家重点实验室, 北京 100193)

摘要: 为了探讨甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* 对不同寄主植物的产卵选择及成虫产卵选择与幼虫取食选择间的关联度, 本研究选取玉米、豇豆、甘蓝、黄瓜、棉花、辣椒和番茄 7 种植物进行了选择性和非选择性实验研究, 并采用 Y 型嗅觉仪测定了成虫对其中 3 种寄主植物及其挥发物抽提物的趋性。结果表明:在田间非选择性实验中, 甜菜夜蛾在不同寄主植物上的落卵量依次为:玉米 > 辣椒 > 棉花 > 黄瓜、豇豆、番茄 > 甘蓝。Y 型嗅觉仪的行为测定表明, 雌成虫对玉米及其挥发物抽提物的趋性最强, 黄瓜次之, 对甘蓝的趋性最弱, 这与雌虫的产卵选择性一致。不同龄期甜菜夜蛾幼虫对寄主植物的取食选择性有所不同, 且随观测时间的延长有所改变;低龄幼虫对豇豆、玉米和黄瓜的选择性较强, 对甘蓝、番茄、辣椒和棉花的取食选择性则较弱, 高龄幼虫对辣椒也具有较强的选择性;5 龄幼虫对寄主植物的选择性不如低龄幼虫明显。结果显示, 甜菜夜蛾对不同寄主植物的产卵选择性显著不同, 植物抽提物在雌成虫的产卵选择中具有重要作用, 甜菜夜蛾对寄主植物的产卵选择性和幼虫取食选择性并不一致。

关键词: 甜菜夜蛾; 寄主植物; 产卵选择; 取食选择; 植物挥发物抽提物; 行为反应
中图分类号: Q968 **文献标识码**: A **文章编号**: 0454-6296(2009)11-1229-07

Oviposition and feeding preferences of *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) to different host plants

ZHANG Na, GUO Jian-Ying*, WAN Fang-Hao, WU Gang (State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract: To explore the adult oviposition and larval feeding preferences of *Spodoptera exigua* (Hübner) to different host plants and their relationship, adult oviposition and larval feeding preferences of the moth on seven host plants, *i. e.*, maize *Zea mays* L., cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walp., cabbage *Brassica oleracea* L. var. *capitata* L., cucumber *Cucumis sativus* L., cotton *Gossypium hirsutum* L., pepper *Capsicum frutescens* L. and tomato *Lycopersicon esculentum* Miller, were assessed by selection and non-selection tests. Behavior response of *S. exigua* females to three plants (maize, cabbage and cucumber) and their volatile extracts were also tested by Y-type olfactometer. The results of the field non-selection oviposition preference test indicated that the amount of *S. exigua* eggs on different plants ranked as maize > pepper > cotton > cucumber, cowpea, and tomato > cabbage. In the Y-type olfactometer tests, females showed the strongest behavioural response to maize and its volatile extract, less response to cucumber, and the weakest response to cabbage. The results of behavioural response tests were in accordance with the results of the oviposition preference tests. Host plant feeding preference of *S. exigua* larvae at different instars differed to some extent with the prolonged observation period. Young larvae of the 1st and 2nd instars preferred to feed on cowpea, maize and cucumber, but not on cabbage, tomato, pepper and cotton. Larvae of the 4th and 5th instars also showed feeding preference to pepper. Feeding preference of the 5th instar larvae was not as obvious as the earlier larvae. These results suggest that the oviposition preference of *S. exigua* to different host plants differs significantly, the plant volatiles play important roles in its oviposition host selection, and adult oviposition and larval feeding preferences of *S. exigua* are not consistent.

Key words: *Spodoptera exigua*; host plant; oviposition preference; feeding preference; plant volatile extract; behavioural response

---

基金项目: 国家"973"计划项目(2006CB102004)
作者简介: 张娜,女,1984 年生,硕士研究生,研究方向为害虫与寄主植物的协同进化,E-mail: pretty.zhangna@gmail.com
*通讯作者 Author for correspondence, E-mail: guojy406@163.com; guojy@cjac.org.cn
收稿日期 Received: 2009-04-27; 接受日期 Accepted: 2009-09-10

昆虫与植物的关系是一个非常重要的生物学问题，对人类的农林生产和生活环境都有很大的影响（钦俊德和王琛柱，2001）。针对昆虫对寄主植物的选择机制已有大量假设和研究，寄主植物的营养物质、选择压力、天敌因素、植物气味等均可能成为植食性昆虫对寄主植物选择性的影响因素（Berdegue *et al*., 1998）。一般认为，夜蛾科昆虫幼虫对寄主植物的取食选择主要受雌成虫产卵选择的影响（Haribal and Feeny, 1998）。基于此假设开展了多项研究，期望证实夜蛾科昆虫成虫产卵选择与幼虫取食选择之间的相关性，但这种相关性通常并不存在（Thompson, 1988; Fox and Eisenbach, 1992）。当两种行为间没有关联时，部分原因可能是由于昆虫处于不同的生态环境和面临的选择压力不同所致（Thompson, 1988; Berdegue and Trumble, 1996）。此外，许多夜蛾科昆虫幼虫的活动能力很强，因此其能自主选择取食寄主植物。

甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* Hübner 是世界性害虫，寄主范围非常广，可危害35科植物，幼虫龄期多且活动力强，成虫适应能力和飞行能力强（Smits *et al*., 1987）。该虫于20世纪80年代中后期在我国危害严重，现已成为大田作物和蔬菜作物的主要害虫之一。江幸福等（1999）研究发现，取食不同寄主植物的甜菜夜蛾，其幼虫和蛹的发育历期、蛹重、成虫寿命、生殖力及飞行能力均有显著差异。Berdegue 和 Trumble（1996）研究表明，甜菜夜蛾成虫对寄主植物的产卵选择与其幼虫的取食选择不一致，与芹菜 *Apium graveolens* 相比，甜菜夜蛾成虫在绿藜 *Chenopodium murale* 上的产卵量较高，但取食绿藜的幼虫发育历期较长，生长速度较慢，存活率较低。Showler（2001）比较了甜菜夜蛾在绿穗苋 *Amaranthus hybridus* 和棉花 *Gossypium hirsutum* 上的产卵选择和取食选择，发现甜菜夜蛾在绿穗苋上的产卵量较高，且幼虫从3龄起对绿穗苋具有明显的取食偏好性，绿穗苋中氨基酸的种类和含量均较高，可能是影响甜菜夜蛾寄主选择的原因之一。尽管甜菜夜蛾寄主范围广泛，目前较少有植物抽提物对甜菜夜蛾寄主选择影响的研究。鉴于此，本研究选取7种大田作物和蔬菜作物，比较了甜菜夜蛾成虫的产卵选择行为和幼虫的取食选择行为，并测定了甜菜夜蛾成虫对这些寄主植物及其抽提物的趋性，以期探明甜菜夜蛾的产卵选择性机制，并验证成虫产卵选择与幼虫取食选择间的关联度。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫

甜菜夜蛾蛹由中国科学院动物研究所昆虫病毒实验室提供。成虫羽化后在产卵笼（20 cm × 20 cm × 20 cm）中饲以10%蜂蜜水，并在四角悬挂蜡纸供其产卵。将产有卵的蜡纸置于玻璃培养皿（Φ12 cm）中待卵孵化，幼虫移入洁净的玻璃培养皿（Φ12 cm）中，每皿10头，用人工饲料饲养至蛹期；蛹收集于塑料培养皿（Φ6 cm）并置于产卵笼待其羽化产卵。各虫态均在 PRX-450D 人工气候箱（宁波江南仪器厂）中，28 ± 0.5℃、L∶D = 14∶10、RH = 80% ± 10% 条件下保种饲养。选取同一批羽化的成虫和发育一致的各龄幼虫供试。

1.2 供试寄主植物及栽种

7种寄主植物：玉米（cv. 郑丹958）、豇豆（cv. 三尺绿）、甘蓝（cv. 京丰一号）、黄瓜（cv. 中农14号）、棉花（cv. ZGK9708）、辣椒（cv. 中椒7号）、番茄（cv. 中杂9号）。其中，玉米和棉花种子购自中国农业科学院作物科学研究所科技开发部，其余5种蔬菜种子购自中国农业科学院蔬菜花卉研究所科技开发咨询服务部。

试验田设在中国农业科学院植物保护研究所廊坊科研中试基地，南北长38 m，东西宽40 m，均匀设置36块样地，每样地5 m × 5 m，样地间以宽1 m的田埂分隔。采用随机区组排列，每种寄主植物5块样地。于2008年4月下旬至5月上旬分别播种上述7种植物。同期，在试验地周边空地在花盆（Φ15 cm）里栽种这7种植物。盆栽和田间的植物均采用常规栽培和肥水管理，不施用农药。

1.3 甜菜夜蛾成虫对不同寄主植物产卵选择的田间非选择性测定

根据各种植物的生长特性，分别待其长至8～9片真叶期，在其样地中央设一个长、宽、高分别为1 m×1 m×2 m的网罩，网罩内保留5株植物，向网罩内接入5对新羽化的甜菜夜蛾成虫，接虫5 d后检查网罩内甜菜夜蛾的落卵量。

1.4 甜菜夜蛾幼虫对不同寄主植物取食选择的室内选择性测定

将田间种植的上述7种植物幼苗（玉米高15 cm左右，其余寄主植物生长至4～6片真叶期）从基部剪断（尹姣等，2005），截取的株高约10～12 cm段随机摆放在塑料培养皿中（Φ25 cm），叶柄

朝外。每皿在中心处接入 1 头幼虫，皿上倒置一相同的培养皿以防幼虫逃逸。于释放后 1 h 和 6 h 分别观察 30 min 内幼虫的取食选择情况，记录 2 个时段幼虫选择的植物。分别针对甜菜夜蛾 1 龄、2 龄、4 龄和 5 龄幼虫进行测定，0～12 h 的初孵幼虫立刻接入皿中，蜕皮≤12 h 的 2 龄、4 龄和 5 龄幼虫饥饿 24 h 后再接入。每次测定 100 头，各龄期分别重复 5 次。实验在室内常温条件下于每日 8－9 时开始。

1.5　甜菜夜蛾雌成虫对不同寄主植物的趋性行为测定

1.5.1　行为测定装置和方法：Y 型嗅觉仪参考 Honda 等(1998)的方法自行设计制作。试验时，Y 型管两臂的气流量控制在 150 mL/s(曹凤琴等，2008)，室内温度控制在 25～28℃。测试前，按实验设置要求，将味源置于味源瓶中，然后通气 10 min，使气味充满管道，以保证测试结果。每次测试后，用 95% 乙醇擦洗 Y 型管的内、外壁，烘干后调换两臂与味源瓶联接的位置，以消除误差。用黑布包裹味源瓶，以消除视觉影响。

1.5.2　甜菜夜蛾雌成虫对寄主植物的趋性行为测定：在人工气候箱内饲养甜菜夜蛾幼虫时调整其昼夜节律，即光照期 18:00－次日 8:00 时，黑暗期 8:00－18:00 时。新羽化成虫成对饲养 36 h 后取已交配的雌虫供试。行为测定于每日 8:00－16:00 在遮光黑暗并用 60W 红光灯照明(Pinero and Dorn，2007)的行为测定室内进行。

根据甜菜夜蛾成虫产卵和幼虫取食选择实验结果，按其偏好性综合选择了玉米、黄瓜和甘蓝 3 种植物进行测试。因此，行为测定设置 6 个处理组合，即：玉米-对照(空气)，甘蓝-对照(空气)，黄瓜-对照(空气)；玉米-甘蓝，玉米-黄瓜，甘蓝-黄瓜，即 Y 型管两臂连接的味源瓶中分别放置这两种植物(或空白对照)。每次测定在嗅觉仪 Y 型管的释放管中接入 1 头雌成虫，观察其 10 min 内的行为选择反应，当雌虫越过 Y 型管某臂 1/3 处则视为选择，10 min 内未作选择则记无反应。每个处理测定 60 头成虫。

1.6　甜菜夜蛾雌成虫对植物挥发物粗提物的趋性行为测定

1.6.1　植物挥发物粗提物制备：收集装置参考曹凤琴等(2008)的方法制作，其基本组成为：空气过滤装置(活性炭柱)-加湿装置-流量计-吸附剂-味源瓶-吸附剂-真空抽气泵。吸附剂使用前先用 5～10 mL 二氯甲烷(Baker Analyzed HPLC Solvent)洗脱至洗脱液在液相色谱仪(Agilent 1200)上无溶质峰。收集时，选取长势基本一致的同种寄主植物 2 株(7～8 g)置于味源瓶中，在室内自然光照条件下连续抽提 10 h(8:00－18:00)，抽提时控制气流量为 70 mL/s。抽提后用 600 μL 二氯甲烷洗脱吸附剂，获得洗脱液即挥发物粗提物样品约 200 μL。每种植物重复抽提 10 次。部分挥发物粗提物样品溶于 400 μL 液体石蜡油中，保存于－20℃冰箱以备行为学测定时使用。

1.6.2　甜菜夜蛾雌成虫对寄主植物挥发物粗提物的行为测定：采用上述行为测定装置和方法，测定甜菜夜蛾雌成虫对不同寄主植物挥发物粗提物的趋性。实验设 6 个处理，即：玉米粗提物-对照(空气)，甘蓝粗提物-对照，黄瓜粗提物-对照；玉米粗提物-甘蓝粗提物，黄瓜粗提物-甘蓝粗提物，玉米粗提物-黄瓜粗提物。其中，对照为二氯甲烷＋液体石蜡油(v:v＝1:2)。测定时，取 25 uL 的相应样品滴在味源瓶内的洁净滤纸上，每张滤纸测试时间为 20 min，观察两次独立的行为反应，20 min 后按 1.5.1 节方法用乙醇擦拭味源瓶并对调味源瓶位置，更换另一张滤纸继续测试。每个处理测定 60 头成虫。

1.7　数据统计分析

经检验，产卵量数据经平方根转换、取食选择率数据经反正弦转换后呈正态分布，数据转换后两观测量采用 One-way ANOVA，LSD 多重比较进行方差分析。趋性选择的差异显著性分析采用 χ^2 检验。以上数据分析用统计软件 SPSS10.0 完成。

2　结果与分析

2.1　甜菜夜蛾对 7 种寄主植物的产卵选择

在田间非选择性测定中，甜菜夜蛾在供试的 7 种寄主植物上的落卵量差异显著(表 1)。其在不同寄主植物上的落卵量依次为：玉米＞辣椒＞棉花＞黄瓜、豇豆、番茄＞甘蓝；其在玉米上的落卵量可达甘蓝上的 9 倍。

2.2　甜菜夜蛾幼虫对 7 种寄主植物的取食选择

各龄供试甜菜夜蛾幼虫对 7 种寄主植物的取食选择性不同(图 1)。1 龄幼虫在 1 h 的取食选择性依次为：豇豆、玉米＞黄瓜＞棉花、辣椒、番茄、甘蓝；6 h 为：豇豆＞黄瓜、番茄＞玉米、棉花、辣椒＞甘蓝，其中对豇豆的选择率高达 45.6%。2 龄幼虫在 1 h 的取食选择性依次为：玉米＞黄瓜＞豇豆、棉花、辣椒、番茄、甘蓝；6 h 对豇豆的取食选择性提高，介于玉米与黄瓜间且差异均不显著，对其他寄

主植物的取食选择性则与 1 h 时基本相同。4 龄幼虫在 1 h 和 6 h 时对寄主植物的取食选择性依次为：豇豆、玉米、黄瓜、辣椒 > 棉花、番茄、甘蓝，其中 6 h 时对豇豆的选择性增加并显著高于玉米，黄瓜和辣椒。5 龄幼虫在 1 h 时对豇豆、黄瓜和辣椒的选择率较高，对玉米和甘蓝的选择性居中，对棉花和番茄的选择率则较低，6 h 时对黄瓜的选择性最高，对棉花和番茄的选择率最低，对甘蓝、豇豆、玉米和辣椒的选择性居中。总体而言，不同龄期甜菜夜蛾幼虫对寄主植物的取食选择性有所不同，且随观测时间的延长有所改变；低龄幼虫对豇豆、玉米和黄瓜的选择性较强，对甘蓝、番茄、辣椒和棉花的取食选择性则较低，高龄幼虫对辣椒也具有较强的选择性；5 龄期幼虫对寄主植物的选择性不如低龄幼虫那样明显。

表 1 田间非选择性测定中甜菜夜蛾在 7 种寄主植物上的落卵量

Table 1 Oviposition of *Spodoptera exigua* on seven host plants by field non-selection test

寄主植物 Host plant	单株落卵量 Number of eggs per plant
玉米 Maize	184.0 ± 5.6 a
豇豆 Cowpea	35.3 ± 2.8 b
棉花 Cotton	73.8 ± 2.0 c
黄瓜 Cucumber	42.0 ± 2.7 b
辣椒 Pepper	86.5 ± 6.6 d
番茄 Tomato	35.8 ± 2.3 b
甘蓝 Cabbage	20.5 ± 0.3 e
F(*P*)	200.303 (< 0.001)

同列数据(mean ± *SE*)后不同字母表示差异显著($P < 0.05$, One-way ANOVA, LSD)。Means within a column followed by different letters indicate significant differences ($P < 0.05$, One-way ANOVA, LSD).

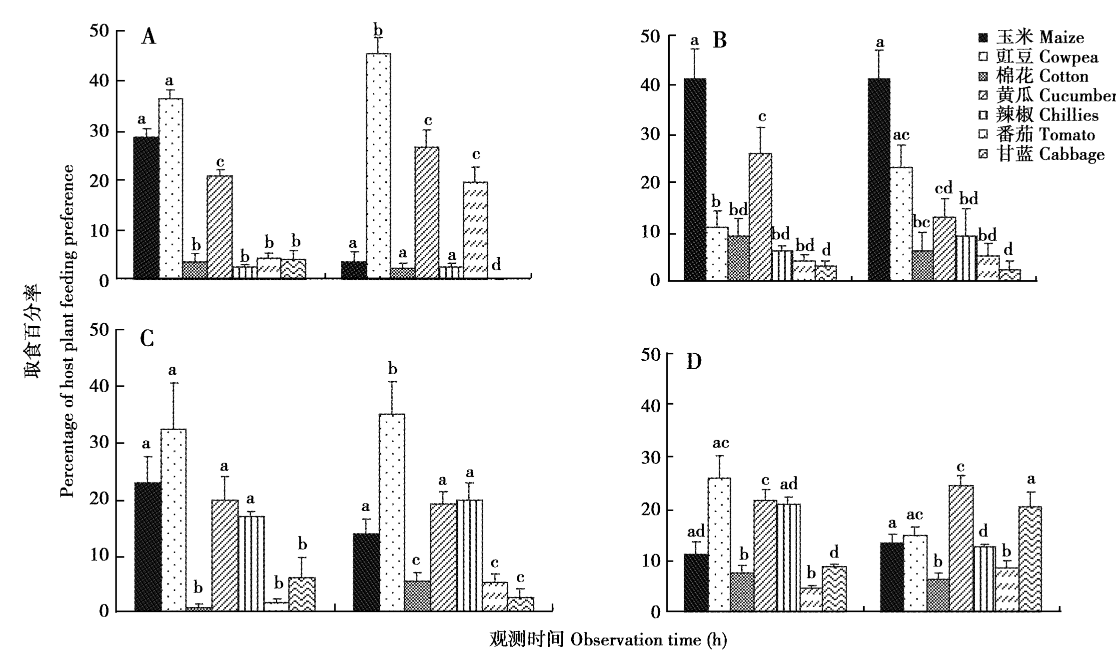


图 1 不同龄期甜菜夜蛾幼虫对 7 种寄主植物的取食选择性

Fig. 1 Host plant feeding preference of *Spodoptera exigua* larvae to seven host plants at different instars

A: 1 龄 1st instar; B: 2 龄 2nd instar; C: 4 龄 4th instar; D: 5 龄 5th instar. 图中数据为平均值 ± *SE*，同一时段各柱上不同字母表示差异显著($P < 0.05$, One-way ANOVA, LSD)。Data are mean ± *SE*, and columns at certain observation period marked by different letters indicate significant differences ($P < 0.05$, One-way ANOVA, LSD).

2.3 甜菜夜蛾雌成虫对不同寄主植物及其挥发物粗提物趋性的测定

2.3.1 对不同寄主植物的趋性：与空白对照相比，甜菜夜蛾雌成虫对玉米($P < 0.001$)和黄瓜($P < 0.001$)均表现出显著趋性，其中对玉米的趋性最强；对甘蓝则无明显的趋性($P = 1.000 > 0.05$)；3 种植物间，雌成虫对玉米的趋性显著高于黄瓜($P = 0.013 < 0.05$)和甘蓝($P < 0.001$)；对黄瓜的趋性高于甘蓝，但无显著差异($P = 0.115 > 0.05$)(图 2)。

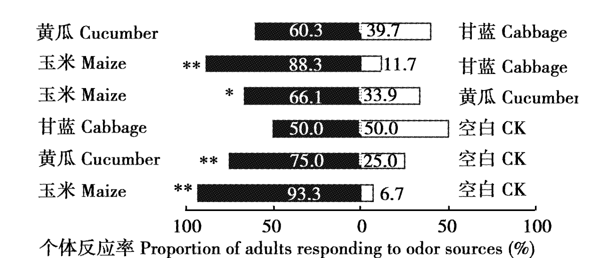


图 2　甜菜夜蛾雌成虫对不同寄主植物的趋性

Fig. 2　Responses of female adults of *Spodoptera exigua* to different host plants

*，** 和 ns 分别表示差异显著($P \leqslant 0.05$)，差异极显著($P \leqslant 0.01$)和差异不显著($P > 0.05$，χ^2 检验)；图 3 同。*，** and ns mean significant difference at the 0.05 level and 0.01 level, and no significant difference at the 0.05 level, respectively, tested by χ^2 test. The same for Fig. 3.

2.3.2　对不同寄主植物挥发物粗提物的趋性：与空白对照相比，甜菜夜蛾雌成虫对玉米($P < 0.001$)和黄瓜($P = 0.027 < 0.05$)的挥发物粗提物趋性显著，其中对玉米粗提物的趋性最强；对甘蓝粗提物则无显著趋性($P = 0.895 > 0.05$)。3 种植物挥发物粗提物间，雌成虫对玉米粗提物的趋性显著高于甘蓝($P < 0.001$)，也高于对黄瓜粗提物的趋性，但差异不显著($P = 0.071 > 0.05$)；对黄瓜粗提物的趋性高于甘蓝，但差异不显著($P = 0.051 > 0.05$)(图 3)。这其与对活体寄主植物的趋性基本一致。

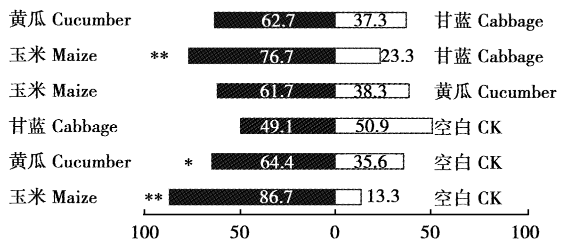


图 3　甜菜夜蛾雌成虫对不同寄主植物挥发物粗提物的趋性

Fig. 3　Responses of female adults of *Spodoptera exigua* to crude extracts of volatiles of different host plants

3　讨论

通常，昆虫偏好把卵产在营养丰富的寄主植物上，以利于其后代生长发育，但也有许多昆虫对寄主植物产卵选择性和后代发育适合度相悖的案例(Bernays and Chapman, 1994)。如 Berdegué 等(1998)的研究表明甜菜夜蛾对寄主植物的产卵选择与寄主植物的营养物质含量无关。Thompson (1988)提出了以生态学为背景的假说，认为选择压力、寄主植物营养物质和植物抽提物都可能影响昆虫对寄主植物的选择。

植物挥发性信息化合物在鳞翅目昆虫的产卵植物选择过程中具有重要作用(Bergstriöm *et al.*, 1995; Harborne, 2001)。为探明植物挥发物在甜菜夜蛾成虫产卵选择过程中的作用，本研究采用 Y 型嗅觉仪测定了甜菜夜蛾雌成虫对玉米、黄瓜和甘蓝及其挥发物粗提物的趋性。结果发现，雌虫对玉米及其挥发物粗提物的趋性最强，黄瓜次之，对甘蓝的趋性最弱，这与雌虫的产卵选择性一致。可见，寄主植物挥发物粗提物在甜菜夜蛾雌成虫的产卵选择中具有重要作用，推测玉米中可能具有对引诱和刺激雌虫产卵的挥发性信息化合物。

在昆虫行为适应过程中，取食和产卵嗜好性的形成具有重要意义(Finch and Collier, 2000; Fujiwara *et al.*, 2000; Sequeira *et al.*, 2001)。如前所述，寄主植物挥发物在甜菜夜蛾雌成虫的产卵选择中可能具有重要作用。那么，幼虫取食选择性则可能受植物挥发物、颜色及其理化性质等因素的综合影响(Finch and Collier, 2000)。甜菜夜蛾是一种世界性的害虫，其寄主范围非常广。因此，针对其幼虫和成虫寄主选择性的研究也较多(Goh 等, 1991; Berdegue *et al.*, 1998; Savoie, 1998)。李子玲(2004)通过室内网罩试验发现，甜菜夜蛾成虫在不同寄主植物上的落卵量依次为：葱 > 苋菜 > 蕹菜 > 菜心 > 豇豆，初孵幼虫的取食选择率依次为：苋菜 > 豇豆 > 葱 > 蕹菜 > 菜心，与成虫产卵选择性趋势不同。Goh 等(1991)的室内测定表明，甜菜夜蛾偏好在大白菜、菠菜和烟草上产卵，不偏好菜豆 *Phaseolus vulgaris*、西瓜、番茄和玉米；初孵幼虫偏好取食黄瓜、菠菜和大白菜；3 龄和 4 龄幼虫则偏好取食西瓜、大白菜和玉米。本研究也发现，甜菜夜蛾对寄主植物的产卵选择性和幼虫取食选择性并不一致，7 种田间寄主植物中，甜菜夜蛾成虫在玉米上的落卵量最高，辣椒上次之，棉花上第三，甘蓝上最少；其低龄幼虫对豇豆、玉米和黄瓜的取食选择性较高，对棉花、辣椒和甘蓝则较弱。可见，甜菜夜蛾成虫产卵选择性和幼虫取食选择性并不一致，不同龄期幼虫的取食选择性也不相同。至于甜菜夜蛾对玉米的产卵选择性，我们的研究结果与 Goh 等(1991)并不一致，可能与实验所用的玉米品种不同有关，也可能是两项研究分别采用田间试验和室内测定方法不同所致。

昆虫与寄主植物协同进化中，植物体内的营养物质是植食性昆虫营养生态学中的核心问题。昆虫的营养需要反映于食物的质和量能否维持其正常的生长发育和繁殖。食物的理化性质，特别是化学成分，除了提供昆虫必需的营养成分外，尚需促使其产生正常的取食活动（Mitchell *et al.*, 1983）。昆虫对食物中营养成分及其比例的要求在不同种类中颇不相同。张娜等（2009）对于甜菜、玉米和黄瓜 3 种寄主植物营养物质含量的测定表明，玉米叶片中还原糖、总氨基酸和游离脂肪酸的含量较高，蛋白质含量较低。因此，玉米中较高含量的还原糖、总氨基酸和游离脂肪酸，可能是造成甜菜夜蛾成虫对玉米的产卵选择和低龄幼虫对玉米的取食选择均较高的原因。甜菜夜蛾低龄幼虫对甘蓝、番茄、辣椒、棉花等的取食选择性较弱，则可能是由于对其中防御性次生物质（如芥子油苷、番茄苷、辣椒素、棉酚等）的趋避行为所致。此外，幼虫的活动能力对其取食选择性也可能有较大影响。如 Showler（2001）发现，甜菜夜蛾 1 龄幼虫对绿穗苋和棉花的趋性没有差异，幼虫就近取食某种寄主并一直附在其上；活动能力强的 3 龄幼虫则对绿穗苋具有明显的取食趋性。本研究发现，甜菜夜蛾高龄幼虫对寄主植物的偏好性不如低龄幼虫那样明显，对辣椒也产生较强的选择性。这可能是由于高龄幼虫的活动能力强，取食和消化能力强，对寄主植物营养和理化性质要求低等因素的综合体现。

从植食性昆虫寄主植物中寻找其取食和产卵的信息化合物，并用于诱杀害虫，已成为害虫综合治理的重要措施（Baur *et al.*, 1993；尹姣等，2005）。本文初步探讨了植物挥发物粗提物对甜菜夜蛾产卵选择的影响。分离和鉴定玉米或其他植物中的信息化合物，从中筛选其取食和产卵的信息化合物，对于甜菜夜蛾的诱集和防治具有一定的应用价值，这方面的工作有待深入开展。

参 考 文 献（References）

Baur R, Feeny P, Städler E, 1993. Oviposition stimulants for the black swallow tail butterfly: Identification of electrophysiologically active compounds in carrot volatiles. *Journal of Chemical Ecology*, 19(5): 919－937.

Berdegue M, Reitz SR, Trumble JT, 1998. Host plant selection and development in *Spodoptera exigua*: Do mother and offspring know best? *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 89: 57－64.

Berdegue M, Trumble JT, 1996. Effects of plant chemical extracts and physical characteristics of *Apium graveolens* and *Chenopodium murale* on host choice by *Spodoptera exigua* larvae. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 78: 253－262.

Bergstriöm G, Rothschild M, Groth I, Crighton C, 1995. Oviposition by butterflies on young leaves: Investigation of leaf volatiles. *Chemoecology*, 5－6 (3－4): 147－158.

Bernays EA, Chapman RF, 1994. Host-Plant Selection by Phytophagous Insects. Chapman & Hall, New York. 312 pp.

Cao FQ, Liu WX, Fan ZN, Wan FH, Cheng LS, 2008. Behavioural responses of *Bemisia tabaci* B-biotype to three host plants and their volatiles. *Acta Entomologica Sinica*, 51(8): 830－838. ［曹凤勤，刘万学，范中南，万方浩，程立生，2008. B 型烟粉虱对三种寄主植物及其挥发物的行为反应. 昆虫学报，51(8): 830－838］

Finch S, Collier RH, 2000. Host-plant selection by insects: a theory based on 'appropriate/inappropriate landings' by pest insects of cruciferous plants. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 96: 91－102.

Fox LR, Eisenbach J, 1992. Contrary choices: Possible exploitation of enemy-free space by herbivorous insects in cultivated *vs.* wild crucifers. *Oecologia*, 89: 574－579.

Fujiwara C, Takabayashi J, Yano S, 2000. Oviposition experience on a host-infested plant affects flight and antennal searching behavior of *Cotesia kariyai* toward the host-plant complex. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 97: 251－256.

Goh HG, Lee SG, Choi YM, Choi KM, Uhm KB, 1991. Oviposition and feeding preference of beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Crop Protection*, 33(2): 44－47.

Haribal M, Feeny P, 1998. Oviposition stimulant for the zebra swallowtail butterfly, *Eurytides marcellus*, from the foliage of pawpaw, *Asimina triloba*. *Chemoecology*, 8: 99－110.

Harborne JB, 2001. Twenty-five years of chemical ecology. *Natural Product Reports*, 18: 361－379.

Honda K, Omura H, Hayashi N, 1998. Identification of floral volatiles from *Ligustrum japonicum* that simulate flower-visiting by cabbage butterfly. *Journal of Chemical Ecology*, 24(12): 167－180.

Jiang XF, Luo LZ, Hu Y, 1999. Influence of larval diets on development, fecundity and flight capacity of the beet army worm, *Spodoptera exigua*. *Acta Entomologica Sinica*, 42(3): 270－276. ［江幸福，罗礼智，胡毅，1999. 幼虫食物对甜菜夜蛾生长发育、繁殖及飞行的影响. 昆虫学报，42(3): 270－276］

Li ZL, 2004. Effect of Different Host Plants on *Spodoptera exigua* Hübner and Occurrence in the Field. MSc Thesis, Guangxi University, Nanning. ［李子玲，2004. 寄主植物对甜菜夜蛾的营养效应及田间发生为害的影响. 南宁：广西大学硕士学位论文］

Pinero JC, Dorn S, 2007. Synergism between aromatic compounds and green leaf volatiles derived from the host plant underlies female attraction in the oriental fruit moth. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 125: 185－194.

Qin JD, Wang CZ, 2001. The relation of interaction between insects and plants to evolution. *Acta Entomologica Sinica*, 44(3): 360－365. ［钦俊德，王琛柱，2001. 论昆虫与植物的相互作用和进化的关系. 昆虫学报，44(3): 360－365］

Savoie KL, 1988. Selective feeding by species of *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae) in a bean field with minimum tillage. *Turrialba*, 38(2): 67–70.

Sequeira RV, McDonald JL, Moore AD, Wright GA, Wright LC, 2001. Host plant selection by *Helicoverpa* spp. in chickpea-companion cropping systems. *Entomologia Exerimentalis et Applicata*, 101: 1–7.

Showler AT, 2001. *Spodoptera exigua* oviposition and larval feeding preferences for pigweed, *Amaranthus hybridus*, over squaring cotton, *Gossypium hirsutum*, and a comparison of free amino acids in each host plant. *Journal of Chemical Ecology*, 27(10): 2 013–2 028.

Smits PH, van Velden MC, van deVrie M, Vlak JM, 1987. Feeding and dispersion of *Spodoptera exigua* larvae and its relevance for control with a nuclear polyhedrosis virus. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 43: 67–72.

Thompson JN, 1988. Evolutionary ecology of the relationship between oviposition preference and performance of offspring in phytophagous insects. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 47: 3–14.

Yin J, Cao YZ, Luo LZ, Hu Y, 2005. Oviposition preference of the meadow moth, *Loxostege sticticalis* L., on different host plants and its chemical mechanism. *Acta Ecologica Sinica*, 25(8): 1 844–1 852. [尹姣，曹雅忠，罗礼智，胡毅，2005. 草地螟对寄主植物的选择性及其化学生态机制. 生态学报，25(8)：1 844–1 852]

Zhang N, Guo JY, Wan FH, Wu G, 2009. Effects of three kinds of host plants on development and some digestive enzyme activities of beet armyworm, *Spodoptera exigua*. *Acta Phytophylacica Sinica*, 36(2): 146–150. [张娜，郭建英，万方浩，吴刚，2009. 寄主植物对甜菜夜蛾生长发育和消化酶活性的影响. 植物保护学报，36(2)：146–150]

（责任编辑：袁德成）